

Citation 2

APPARATUS AND METHOD FOR FORMING CONTACT HOLE

Japanese Patent Appln. Opened No. 65154 / 92

Patent number: JP4065154

Publication date: 1992-03-02

Inventor: KUDOKORO YUKIO

Applicant: NIPPON ELECTRIC CO.

Classification:

- international: B23K26/06; H01L21/28; H01L21/302; H01L21/3205;
H01L21/768; H01S3/00; B23K26/06; H01L21/02;
H01L21/70; H01S3/00; (IPC1-7): B23K26/06;
H01L21/28; H01L21/3205; H01L21/90; H01S3/00

- european:

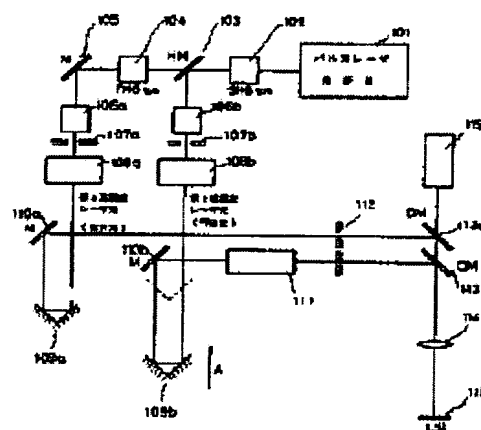
Application number: JP19900176298 19900705

Priority number(s): JP19900176298 19900705

Report a data error here

Abstract of JP4065154

PURPOSE: To form a contact hole having a beautiful shape at a high speed without necessity of a precise control by providing ultraviolet band laser light oscillating means, visible light band laser light oscillating means, etc. **CONSTITUTION:** After a laser light emitted from a laser oscillator 101 is incident to an SHG cell 102, it is reflected on a partial reflecting mirror 103 and a totally reflecting mirror 105, and incident to expanders 106b and 106a. Then, the expander 106a outputs a fourth harmonic laser light (ultraviolet laser light), and the expander 106b outputs a second harmonic laser light (visible laser light). It is so regulated that the visible laser light reaches at a sample 116 in delay of a predetermined time from the ultraviolet laser light. When the ultraviolet laser light reaches, the sample 116 is started to be evaporated from the surface to open a hole having a predetermined depth. When the visible laser light reaches, an explosion force is generated to blow out an interlayer insulating film, etc., thereby forming a contact hole. Thus, the contact hole having a beautiful shape can be formed at a high speed.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

②

No English

patent family

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-065154

(43)Date of publication of application : 02.03.1992

(51)Int.Cl.

H01L 21/90
 B23K 26/06
 H01L 21/28
 H01L 21/3205
 H01S 3/00

(21)Application number : 02-176298

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 05.07.1990

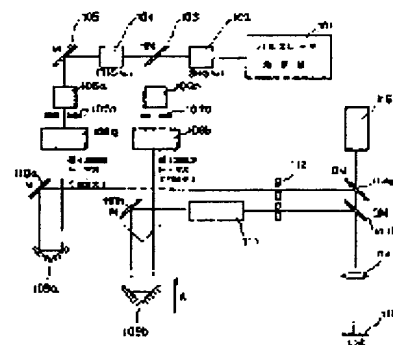
(72)Inventor : KUDOKORO YUKIO

(54) APPARATUS AND METHOD FOR FORMING CONTACT HOLE

(57)Abstract:

PURPOSE: To form a contact hole having a beautiful shape at a high speed without necessity of a precise control by providing ultraviolet band laser light oscillating means, visible light band laser light oscillating means, etc.

CONSTITUTION: After a laser light emitted from a laser oscillator 101 is incident to an SHG cell 102, it is reflected on a partial reflecting mirror 103 and a totally reflecting mirror 105, and incident to expanders 106b and 106a. Then, the expander 106a outputs a fourth harmonic laser light (ultraviolet laser light), and the expander 106b outputs a second harmonic laser light (visible laser light). It is so regulated that the visible laser light reaches at a sample 116 in delay of a predetermined time from the ultraviolet laser light. When the ultraviolet laser light reaches, the sample 116 is started to be evaporated from the surface to open a hole having a predetermined depth. When the visible laser light reaches, an explosion force is generated to blow out an interlayer insulating film, etc., thereby forming a contact hole. Thus, the contact hole having a beautiful shape can be formed at a high speed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of
 rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-65154

⑬ Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)3月2日

H 01 L 21/90
B 23 K 26/06
H 01 L 21/28
H 01 S 21/3205
3/00

A 6810-4M
A 7920-4E
Z 7738-4M

B 7630-4M
6810-4M

H 01 L 21/88

D

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全7頁)

⑮ 発明の名称 コンタクトホール形成装置及び方法

⑯ 特 願 平2-176298

⑰ 出 願 平2(1990)7月5日

⑱ 発 明 者 久 所 之 夫 東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 後藤 洋介 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

コンタクトホール形成装置及び方法

2. 特許請求の範囲

1. 試料表面上に露出した配線を絶縁、保護するための前記試料表面上に設けられた薄膜に、前記配線へまで達する穴を開けるコンタクトホール形成装置において、

紫外領域の第1のレーザ光を発生する第1のレーザ発振手段と、

可視光領域の第2のレーザ光を発生する第2のレーザ発振手段と、

前記第2のレーザ発振手段から発生された第1のレーザ光を遅延させる遅延手段と、

前記第1のレーザ発振手段から発生された第1のレーザ光と前記遅延手段で遅延された第2のレーザ光とを同軸上に重ね合わせて重ね合わされたレーザ光を出射する第1の光学系と、

該第1の光学系からの前記重ね合わされたレーザ光を前記配線上の前記薄膜に集光する第2の光学系と、

を有することを特徴とするコンタクトホール形成装置。

2. 試料表面上に露出した配線を絶縁、保護するための前記試料表面上に設けられた薄膜に、前記配線へまで達する穴を開けるコンタクトホール形成装置において、

紫外領域の第1のレーザ光を発生する第1のレーザ発振手段と、

可視光領域の第2のレーザ光を発生する第2のレーザ発振手段と、

前記第2のレーザ発振手段を前記第1のレーザ発振手段より所定時間遅らせて発振させる遅延手段と、

前記第1のレーザ光と前記第2のレーザ光とを同軸上に重ね合わせて重ね合わされたレーザ光を出射する第1の光学系と、

該第1の光学系からの前記重ね合わされたレー

ザ光を前記配線上の前記薄膜に集光する第2の光学系と、

を有することを特徴とするコンタクトホール形成装置。

3. 試料表面上に露出した配線を絶縁、保護するための前記試料表面上に設けられた薄膜に、前記配線へまで達する穴を開けるコンタクトホール形成方法において、

紫外領域の第1のレーザ光を前記配線上の前記薄膜に照射し、所定時間遅れて、可視光領域の第2のレーザ光を前記第1のレーザ光を照射した位置に照射することを特徴とするコンタクトホール形成方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、レーザ光を利用し、試料上の配線を覆うように形成された絶縁保護膜に穴を開けるコンタクトホールの形成装置に関する。

〔従来の技術〕

用いるアブレーション加工がある。これは、紫外線を収束し、薄膜上に照射して、光子エネルギーによって薄膜を瞬時に蒸発させ、コンタクトホールを形成するというものである。

ところで、薄膜はその膜質によって、光の波長に対する吸収率が異なり、薄膜の分子間の結合エネルギーも異なる。また、膜厚も一定ではない。従って、薄膜にコンタクトホールを形成するのに必要なエネルギーは各薄膜によって異なっている。

また、紫外線のエネルギーを必要以上に大きくすると、薄膜下の配線まで切断してしまう恐れがある。

このため、アブレーション加工には、各薄膜ごとに適切なエネルギーを有する紫外線を照射するよう、レーザの出力パワーを調節しなければならないという欠点がある。

最近では、加工スピードが遅い、手間がかかるという問題点を解決した方法として、可視光線を用いる方法が実用化されている。

その方法は、第5図に示すように、Si基板

通常、多層配線構造を有するLSI等には、LSI表面を覆うパッシベーション膜や、下層配線と上層配線との間に層間絶縁膜等の薄膜が形成されている。

ところで、この様なLSIの故障解析や配線修正を行うには、上記薄膜に配線にまで達する穴（コンタクトホール）を開け、配線の所定部分を露出させなければならない。

従来のコンタクトホールの形成は、レーザ光やFIB (Focused Ion Beam) を用いて以下のようにして行われている。

FIBを用いる方法は、Ga⁺等のイオンビームを直径0.1μm程度に収束させ、薄膜に照射してスパッタリングを行うことにより薄膜を少しづつ削っていくというものである。

この方法は、直径1μm～2μm程度のコンタクトホールを形成する場合、比較的精度よく、しかもその断面が綺麗な穴を開けることができるが、加工スピードが遅いという欠点がある。

また、レーザ光を用いる方法として、紫外線を

501上のA2配線502に、可視光線503（通常、YAGレーザの第2高調波；波長＝532nm）を集光して、層間絶縁膜504とパッシベーション膜505とからなる薄膜を透過させて照射し、配線502の表面の一部を蒸発させ、蒸発時の爆発力をもって、その上部の薄膜を吹き飛ばしてコンタクトホール506を形成するというものである。

この方法によれば、膜質に関係なくコンタクトホールを速く形成することができる。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、従来の方法では、配線の表面を蒸発させることによる爆発力を利用するために、形成されたコンタクトホールは、すり鉢状となり、その開口部の径は、配線の幅の2倍以上になるなど制御性に乏しいという問題点がある。

また、近年のLSIの高集積化に伴い、配線の幅が1μm以下となってきたり、その厚さも1μm弱であるために、僅かでも強すぎるエネルギーの光線を照射すると配線が切断されてしまうの

で、高い制御性が要求されるという問題点もある。

さらに、最近ではLSIチップのパッケージング、ボンディング等の工程での、主に熱的あるいは力学的応力によってLSI素子に与えられるダメージによる歩留まりを改善するために、パッシベーション膜の上に、ポリイミド等の有機化合物を比較的厚く（ $\sim 4\mu\text{m}$ 程度）覆う（バッファ加工）場合がある。この場合、幅 $1\mu\text{m}$ 、厚さ $1\mu\text{m}$ の配線の表面の一部を露出させただけでは薄膜を吹き飛ばすだけの威力が得られず、ポリイミド膜を科学的手段で除去しておかなければならず、工程数が増加するという問題点もある。

本発明は、高速加工が可能で、しかも高度な制御を必要とせず、形状が綺麗なコンタクトホール形成装置の提供を目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

本発明によれば、試料表面上に露出した配線を絶縁、保護するための前記試料表面上に設けられた薄膜に、前記配線へまで達する穴を開けるコン

(Second Harmonic Generation)セル102、部分反射鏡103、KD*P等の非線形光学結晶よりなるFHG (Fourth Harmonic Generation) 104、第1の全反射鏡105、エキスパンダ106、第1のアーチャー107、アテニュエーター108、コーナリフレクタ109、第2の全反射鏡110、色補正レンズ111、第2のアーチャー112、ダイクロイックミラー（2色性ミラー）113、及び対物レンズ114を備えている。また、このコンタクトホール形成装置は観察光学系115を備えている。

次にこのコンタクトホール形成装置の動作を説明する。

レーザー発振器101から出射されたレーザー光は、まず、SHGセル102に入射される。SHGセル102は、入射されたレーザー光の周波数を2倍にする。即ち、レーザー発振器101から出射したレーザー光の第2高調波（波長 532nm ）を発生させる。

SHGセル102で発生した第2高調波レーザ

光は、部分反射鏡103で一部反射され、2つに分岐される。一方の部分反射鏡103で反射されず、部分反射鏡103を通過したレーザー光は、FHGセル104に入射される。FHGセル104は、SHFセルと同様、入力されたレーザー光の周波数を2倍にする。即ち、レーザー発振器101からのレーザー光の第4高調波（波長 266nm ）を発生させる。

〔実施例〕

以下に図面を参照して本発明の実施例を説明する。

第1図に第1の実施例の構成図を示す。

本実施例のコンタクトホール形成装置は、パルス励起型Nd:YAGレーザー発振器101、KD*P等の非線形光学結晶よりなるSHG

セル102、部分反射鏡103、KD*P等の非線形光学結晶よりなるFHG (Fourth Harmonic Generation) 104、第1の全反射鏡105、エキスパンダ106、第1のアーチャー107、アテニュエーター108、コーナリフレクタ109、第2の全反射鏡110、色補正レンズ111、第2のアーチャー112、ダイクロイックミラー（2色性ミラー）113、及び対物レンズ114を備えている。また、このコンタクトホール形成装置は観察光学系115を備えている。

次にこのコンタクトホール形成装置の動作を説明する。

レーザー発振器101から出射されたレーザー光は、まず、SHGセル102に入射される。SHGセル102は、入射されたレーザー光の周波数を2倍にする。即ち、レーザー発振器101から出射したレーザー光の第2高調波（波長 532nm ）を発生させる。

SHGセル102で発生した第2高調波レーザー光は、部分反射鏡103で一部反射され、2つに分岐される。

一方の部分反射鏡103で反射されず、部分反射鏡103を通過したレーザー光は、FHGセル104に入射される。FHGセル104は、SHFセルと同様、入力されたレーザー光の周波数を2倍にする。即ち、レーザー発振器101からのレーザー光の第4高調波（波長 266nm ）を発生させる。

エキスパンダ106からのレーザ光はアパーチャ107を介してアテニュエータ108に入力される。アテニュエータ108に入力されたレーザ光は、その振幅を所定の大きさに減衰され、出射される。

アテニュエータ108から出射されたレーザ光は、コーナリフレクタ109及び全反射鏡110で反射される。コーナリフレクタ109は第1図の上下方向(矢印Aで示す。)へ可動で、光路長を調整することができる。本実施例では、可視レーザ光が紫外線レーザ光よりも、所定時間遅れて試料116に到達するように調整されている。

全反射鏡110aで反射された紫外レーザ光は、アパーチャ112を介してダイクロイックミラー113aへ入射される。また、全反射鏡110aで反射された第2高調波のレーザ光は、色補正レンズ111に入力され、色の補正を行った後、アパーチャ112を介してダイクロイックミラー113bに入射される。ここで、色補正レンズ111

は2つの波長の光を同一点で収束させるためのもので、通常波長の長い光に対して用いられる。

ダイクロイックミラー113は特定の波長の光のみを反射し、他の光を透過するミラーであり、ダイクロイックミラー113aは、紫外レーザ光のみを、ダイクロイックミラー113bは、第2高調波のみを反射する。また、ダイクロイックミラー113aと113bとは、反射した紫外レーザ光と可視レーザ光との光軸が同一になるように配置されている。したがって、ダイクロイックミラー113aで反射された紫外レーザ光は、ダイクロイック113bを透過し、ダイクロイック113bで反射された可視レーザ光と同軸上に重ねられる。

同軸上に重ねられた紫外レーザ光と可視レーザ光とは、対物レンズ114によって集光され、試料116上に照射される。

なお、試料116には、まず紫外レーザ光が到達し、所定時間遅れて可視レーザ光が到達する。

以下、その様子を第2図を参照して説明する。

ここで、試料116は、第2図に示すようにSi基板201上にAl配線202が形成されており、その表面は層間絶縁膜203及びパッシベーション膜204で覆われている。

この試料116に紫外レーザ光が到達すると、第2図(a)に示すようにパッシベーション膜204は、表面から蒸発を始め(レーザアブレーション)、所定深さ(層間絶縁膜203に達する場合もある)の穴を開ける(ポリイミド膜等であっても穴を開けることができる。)。この穴の深さは可視レーザ光の遅延時間によって、決定される。

次に、可視レーザ光が試料116に到達すると、Al配線の表面一部が蒸発し、爆発力を発生する。そして、紫外レーザ光によって形成された穴の底とAl配線との間に存在するパッシベーション膜204及び層間絶縁膜203を吹き飛ばす。これによって、第2図(b)に示すようなコンタクトホール205を形成することができる。

このように本実施例では、予めレーザアブレーションによって、所定深さの穴を開けておくため、Al配線の蒸発による爆発力が小さくてもコンタクトホールを形成することができる。従って、レーザの出力パワーの出力を小さくすることができ、高精度の制御を必要としなくなる。

また、コンタクトホールの形状は、レーザアブレーションによってほぼ決定され、例えば、1μm程度のパッシベーション膜の約半分をレーザアブレーションにより除去しておけば、急峻な立ち上がりの形状にすることができる。これにより、トランジスタなどを構成する活性層の近傍であっても、トランジスタ周辺の絶縁層にダメージを与えるようなことはない。

本実施例では紫外光と可視光とを一台のレーザ発振器で発生させるようにしたので、その構成が単純になり、コストが安い。また、2台のレーザ発振器を同期させて発振させるときのように互いのジッタを考慮する必要がない。

さらに、本実施例ではアテニュエータ108を備えたことにより、薄膜の種類に応じて最適の

光を照射できる。

次に第3図を参照して、第2の実施例を説明する。

ここで第1の実施例と同一のものには同一番号を付してある。

本実施例では、パルス励起Nd³⁺:YAGレーザ発振器101の他にエキシマレーザ301を有している。これらパルス励起Nd³⁺:YAGレーザ発振器101とエキシマレーザ301とは、トリガ発生器302からのトリガ信号に基づいてパルスが発生するプログラマブル多重パルス発生器303からのパルス信号に基づいてレーザ光を発生する。

プログラマブル多重パルス発生器303は、予め設定された数だけパルスが発生する。発生したパルスは、これらのパルスのうち最後の1パルスを除きエキシマレーザ301に与えられる。そして最後のパルスはプログラマブル電氣的遅延回路304で遅延され、YAGレーザ発振器101に与えられる。

紫外レーザ光によって所定深さの穴を開け、可視レーザ光でA₁配線の一部を蒸発させ、その爆発力を利用してコンタクトホールを形成するのは第1の実施例と同様である。

本実施例では電氣的遅延回路304を用いて、YAGレーザの発振を遅延させるようにしたので、紫外レーザ光の遅延を大きくすることができる。従って、所定時間以上紫外レーザ光が遅延されていれば、ジッターの心配をする必要はない。

また、本実施例で使用されるエキシマレーザ301は、その幅が数nsというパルス光を発生させることができるので、連続的に光を照射した場合のように試料に熱的影響を与えることがなく、純粋なアブレーション加工が可能になる。加えて、パルス数による制御を行うので、コンタクトホールを形成する場合の分解能及びその制御性が著しく改善される。

なお、本実施例では紫外レーザ光を発生させるのにエキシマレーザを用いたが、Nd³⁺:YAGパルスレーザ(第4高調波)を用いても良い。こ

エキシマレーザ301は、パルス信号を受けると紫外領域の光を発生する。発生した紫外レーザ光はエキスパンダ106で伸長される、即ち、特定の波長の光のみが強められる。

伸長された紫外レーザ光は全反射鏡105を介して色補正レンズ111に入射され、色の補正を行った後、アパーチャ112、ダイクロイックミラー113、及び対物レンズ114を介して、試料116上に照射される。

また、パルス信号を受けたYAGレーザ発振器101が発射した光は、第1の実施例同様、SHGセル102、及びエキスパンダ106を通して可視レーザ光(波長532nm)とされる。そして、この可視レーザ光はミラー105、アパーチャ112、ダイクロイックミラー113及び対物レンズ114を介して試料116上に照射される。

この様子を第4図を参照して説明すると、まず所定パルス数(n個)の紫外レーザ光が照射され、遅延時間τ経過後、可視レーザ光が1パルス照射される。

の場合はレーザ発振器用の電源を共用することができ、構成が簡単かつ安価になる。

[発明の効果]

本発明によれば、可視光線が発生する第1のレーザ発振手段と、紫外線が発生する第2のレーザ発振手段と、前記可視光線と前記紫外線とを同軸上に重ね合わせる第1の光学系と、該第1の光学系からの前記可視光線及び前記紫外線を前記試料上に集光する第2の光学系とを有し、前記紫外線が前記可視光線よりも先に試料に照射されるようにしたこと、比較的高速でありながら、綺麗な形状のコンタクトホールを形成することができる。

また、紫外線と可視光線とを使用することにより、各々の光が有するエネルギーを減少させることができるので、高い精度の制御を必要としない。

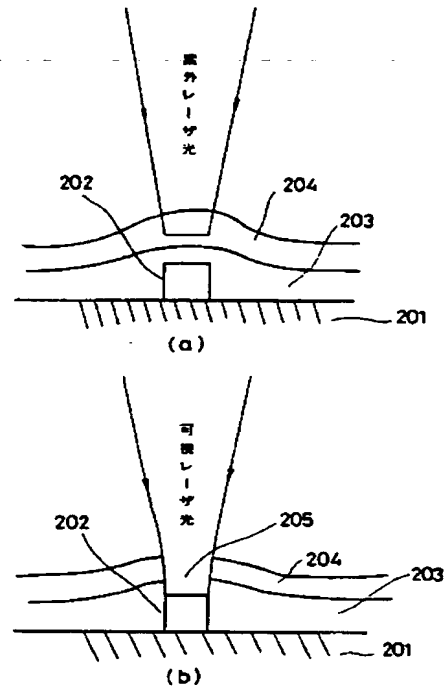
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例の構成図、第2図は第1図のコンタクトホール形成装置によるコンタクトホールの形成の様子を説明するための図、

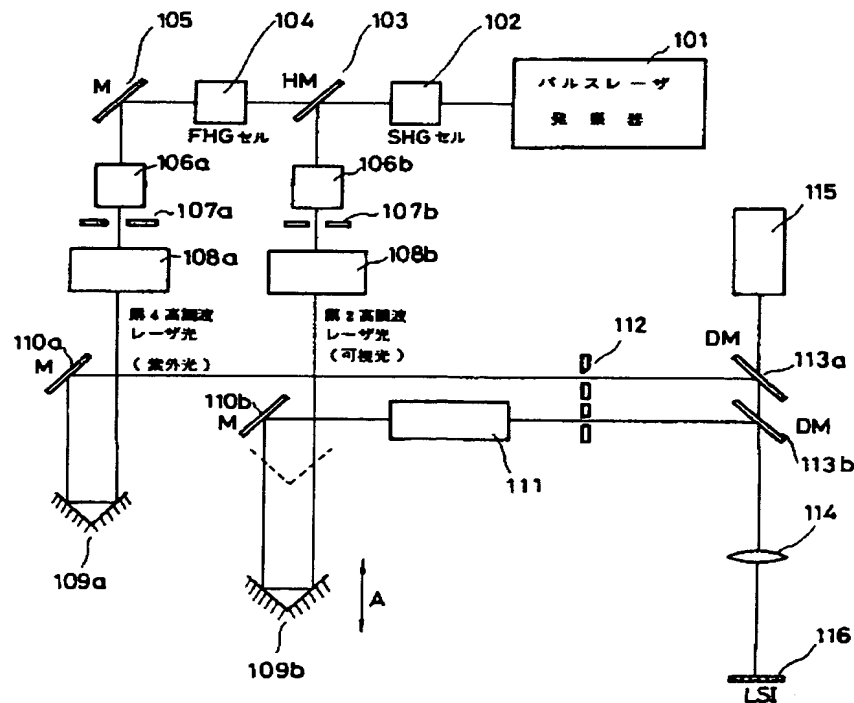
第3図は本発明の第2の実施例の構成図、第4図は第3図のコンタクトホール形成装置によるコンタクトホールの形成方法を説明するための図、第5図は従来のコンタクトホール形成装置によるコンタクトホールの形成方法を説明するための図である。

101…パルス動起型Nd³⁺:YAGレーザー発振器、102…SHGセル、103…部分反射鏡103、104…FHGセル、105、110…全反射鏡、106…エキスパンダ、107、112…アパーチャ、108…アテニュエーター、109…コーナーリフレクタ、111…色補正レンズ、ダイクロイックミラー113、114…対物レンズ、115…観察光学系、201、501…Si基板、202、502…Al配線、503…可視光線、203、504…層間絶縁膜、204、505…パッシベーション膜、205、506…コンタクトホール、301…エキシマレーザー、302…トリガ発生器、303…パルス発生器、304…遅延回路。

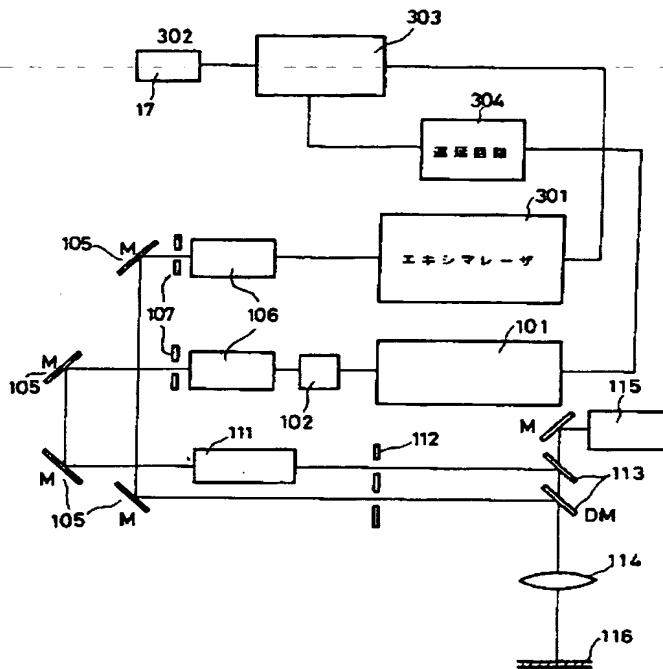
第2図



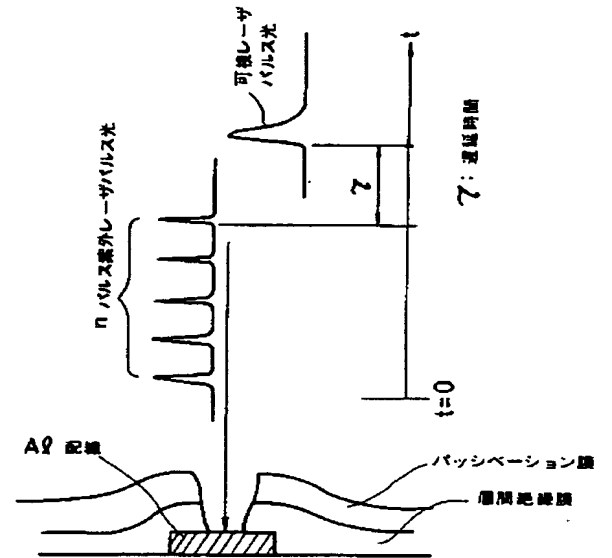
第1図



第 3 図



第 4 図



第 5 図

